

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Peradaban manusia di berbagai belahan dunia yang mengikuti perkembangan zaman demi meraih kemajuan ternyata mengakibatkan kondisi iklim di dunia selalu berubah baik menurut ruang atau pun waktu. Pemanasan Global disebabkan oleh adanya efek rumah kaca yang diperankan aktif oleh gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), penggunaan CloroFlourCarbon (CFC) yang tidak terkontrol, polusi metana di bidang pertanian, pengrusakan hutan, pemborosan energi listrik, kebakaran, dan polusi udara baik dari industri maupun kendaraan bermotor.

Pusat data iklim nasional Amerika Serikat, tidak diragukan lagi Bumi memanas pada akhir abad ke-20 sebesar 0,25°C setiap 10 tahun (Pearce, 2003 dalam Kodoatie dan Sjarief, 2010). Hasil kajian *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 2007 menunjukkan bahwa sejak tahun 1850 tercatat 11 dari 12 tahun terpanas terjadi pada kurun waktu 12 tahun terakhir. Kenaikan temperatur total dari periode 1850-1899 hingga 2001-2005 adalah 0,75°C. Muka air laut rata-rata global telah meningkat dengan laju rata-rata 1,8 mm per tahun dalam rentang waktu antara tahun 1961-2003. Kenaikan total muka air laut yang berhasil dicatat pada abad ke-20 diperkirakan 0,17 m (Puturuhi, 2015).

Indonesia memiliki iklim tropis yang terdapat dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau, karena secara astronomis berada di garis ekuator. Letak Indonesia secara geografis berada diantara dua samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, sehingga besarnya intensitas curah hujan yang diterima Indonesia dipengaruhi oleh besarnya penguapan yang dihasilkan oleh kedua samudera tersebut melalui interaksi antara suhu atmosfer dengan air samudera.

Fenomena tersebut diberi istilah dengan ENSO (*El-Nino Southern Oscillation*) dan IOD (*Indian Ocean Dipole*). ENSO berlangsung di

Samudera Pasifik di sepanjang ekuator dari Pantai Timur Indonesia sampai Pantai Barat Benua Amerika Selatan. IOD berlangsung di Samudera Hindia di sepanjang ekuator dari Pantai Timur Afrika sampai Pantai Barat Indonesia. Pemanasan global bersifat global, artinya seluruh suhu di atmosfer mengalami peningkatan dari kondisi sebelumnya termasuk suhu atmosfer di atas Samudera Pasifik dan Samudera Hindia akibat umpan balik gas efek rumah kaca yang berada di atmosfer di atas kedua samudera tersebut yang menahan keluarnya panas dari permukaan Bumi. Peningkatan suhu atmosfer berbanding lurus dengan penguapan yang dihasilkan air samudera untuk membentuk awan dalam jumlah yang lebih besar sehingga hujan yang dihasilkan oleh awan tersebut berjumlah besar. Kondisi demikianlah sering disebut dengan istilah hujan ekstrem. Apabila terjadi penguapan yang besar di Pantai Timur Indonesia atau Pantai Barat Indonesia, maka Indonesia menerima curah hujan yang besar. Hal ini terjadi akibat peristiwa pemanasan global, maka curah hujan yang diterima lebih besar akibat dari penguapan air laut yang lebih besar. Kusnanto (2011) menyatakan bahwa perubahan iklim mengakibatkan efek yang luas terhadap lingkungan hidup dan sektor-sektor penghidupan, meliputi sumber air, pertanian, keamanan pangan, penyakit menular, keragaman hayati dan kelestarian wilayah pantai.

Kaitannya dengan ketahanan pangan, curah hujan adalah salah satu unsur utama dalam hal produksi pangan terutama makanan pokok karena berfungsi sebagai pemasok air dalam masa pertumbuhan tanaman dari fase pembibitan sampai fase pemanenan. Kementerian Pertanian dan WFP (2015) mengemukakan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang paling rawan terhadap bencana di dunia. Dalam hal ini bencana alam merupakan faktor utama kerawanan pangan transien di Indonesia.

Penurunan produksi pertanian, terutama sumber pangan pokok (*staplefood*) selain secara inheren disebabkan oleh tingkat kesuburan tanah yang terus mengalami penurunan karena intensifnya pemanfaatan lahan, penyempitan lahan pertanian, juga dipengaruhi baik secara langsung maupun tidak langsung oleh faktor perubahan dan anomali iklim. Hal ini mengingatkan

suatu lingkungan pertanaman merupakan satu kesatuan sistem yang saling berinteraksi, sehingga satu faktor dalam kondisi minimum akan menjadi pembatas bagi perkembangan tanaman secara keseluruhan (Nurdin, 2011).

Siregar (1986) menyatakan bahwa tumbuhan padi merupakan tumbuhan yang tergolong tanaman air (*waterplant*). Sebagai tanam air bukanlah berarti bahwa tanaman itu hanya bisa tumbuh di atas tanah yang terus menerus digenangi air, baik penggenangan itu terjadi secara alamiah sebagai terjadi pada tanah rawa-rawa, maupun penggenangan itu disengaja sebagai terjadi pada tanah-tanah sawah. Dengan megahnya tamanan padi dapat tumbuh di tanah daratan atau tanah kering, asalkan curah hujan mencukupi kebutuhan tanaman akan air.

Indonesia adalah salah satu negara yang terkena dampak perubahan iklim yang sedang berlangsung di dunia. Akibatnya, Indonesia mengalami variabilitas iklim yang ditandai dengan musim kemarau berkepanjangan yang disebabkan oleh fenomena El-Nino dan musim penghujan dalam jangka waktu yang singkat dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Musim kemarau yang berkepanjangan menyebabkan tanaman pangan mengalami kekurangan pasokan air, sehingga pertumbuhan tanaman tidak konsisten bahkan sampai mati kekeringan. Dalam perencanaan aktivitas pertanian, maka dengan adanya cuaca ekstrem tersebut akan mengganggu jadwal produksi tanaman pertanian. Hal yang serupa diungkapkan oleh Kartaatmadja dan Fagi, 2000 dalam Pramono et al., 2007 bahwa sistem produksi padi saat ini juga sangat rentan terhadap penyimpangan iklim (El-Nino).

DAS Bengawan Solo Hulu sebagai salah satu komponen hidrologi permukaan tidaklah lepas dari siklus hidrologi yang segala aktivitas yang bergantung kondisi iklim di wilayah tersebut. Berdasarkan pembagian DAS berdasarkan fungsinya oleh Kementrian Kehutanan, DAS Bengawan Solo Hulu dikonsentrasikan untuk kegiatan konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS dan kualitas air.

DAS Bengawan Solo Hulu Bagian Tengah terdiri atas 6 Sub DAS yang aliran sunganya berasal dari Gunung Merapi, Gunung Merbabu, dan Gunung Lawu. Sub DAS tersebut antara lain Sub DAS Dengkeng, Sub DAS Bambang (32.123,4 ha), Sub DAS Pepe (29.653,2 ha), Sub DAS Jlantah Walikun Ds (36.558,1 ha), Sub DAS Samin (31.464,2 ha), dan Sub DAS Mungkung (32.493,4 ha). Wilayah ini secara alamiah berbatasan langsung dengan Sub DAS Sragen Ds dan DAS Serang di bagian utara, DAS Opak-Oyo, Sub DAS Alang Unggahan, Sub DAS Keduang, dan Waduk Gajah Mungkur di sebelah selatan, DAS Progo di sebelah barat, dan DAS Kali Madiun di sebelah timur.

Konteks produksi pangan yang melibatkan penggunaan lahan peruntukan produksi pangan di DAS Bengawan Solo Hulu adalah sawah. Hal tersebut dibuktikan berdasarkan hasil pengolahan mosaik citra Landsat 8 sensor OLI tahun 2014 bahwa sawah memiliki luas sebesar 100.657,00 ha.

Tabel 1.1. Penggunaan lahan DAS Bengawan Solo Hulu Bagian Tengah

No	Penggunaan Lahan	Hektar (ha)	Persentase (%)
1	Hutan	33.036,80	12,91
2	Kebun Campur	65.376,60	25,54
3	Lahan Kosong	10.064,00	3,93
4	Pemukiman	38.842,70	15,18
5	Sawah	100.657,00	39,33
6	Tegalan	7.526,00	2,94
7	Tubuh Air	441,00	0,17
Total		255.944,15	100,00

Sumber: Citra Satelit Landsat 8 OLI 2014 diolah oleh Peneliti, 2014

Sungai-sungai termasuk cabang-cabangnya yang berada dalam 6 Sub DAS yang mengalir menuju sungai Bengawan Solo berada di sekitar lahan sawah seluas 100.657,00 ha yang salah satu bentuk pemanfaatannya adalah sebagai sumber pengairan pertanian, sehingga sumber daya air menggantungkan air sungai yang dipasok oleh mata air dan curah hujan. Hasil perhitungan morfometri DAS Bengawan Solo Bagian Tengah memiliki

kerapatan sungai  $0,51 \text{ km/km}^2$  yang artinya setiap 1 kilometer terdapat 0,51 km sungai yang mengalir. Hal tersebut mengindikasikan bahwa wilayah ini memiliki kemampuan yang cukup tinggi dalam penyediaan sumber daya air yaitu dapat menampung setiap limpasan air permukaan yang berasal dari curah hujan.

Adapun faktor lain yang menunjang bahwa jaringan sungai yang berada di DAS Bengawan Solo Hulu Bagian Tengah dalam penyediaan sumber daya air adalah topografi. Berdasarkan kelas klasifikasi pada Pedoman Penyusunan Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah tahun 1986 maka jaringan sungai yang berada di dalam kawasan lahan pertanian di wilayah ini kemiringan 0-8% maka air sungai mengalir lebih lambat daripada bagian sungai yang berada di hulu sungai karena dasar sungai cenderung datar sehingga air akan mencari celah yang lebih rendah untuk mengalir menuju ke bawah.

Klasifikasi tipe iklim Oldeman merupakan tipe iklim yang dikembangkan berdasarkan kriteria bulan-bulan basah dan bulan-bulan kering yang terjadi secara berturut-turut. Klasifikasi tipe iklim Oldeman sangat relevan untuk klasifikasi lahan pertanian tanaman pangan terlebih untuk Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara agraris yang sangat dipengaruhi oleh curah hujan (BMKG, 2016). Salah satu pola hujan yang terdapat di Indonesia adalah pola hujan Moonsun. Dalam pola hujan ini terdapat perbedaan zona musim berdasarkan distribusi curah hujan bulanan yang bersifat unimodal, yaitu puncak musim hujan di bulan Desember, Januari, Februari (DJF) dan puncak musim kemarau di bulan Juni, Juli, Agustus (JJA). Hasil klasifikasi bulan basah dan bulan kering menurut Oldeman dapat dimanfaatkan untuk mengetahui apakah terjadi penyimpangan musim berdasarkan pola hujan Moonsun.

BMKG sebagai lembaga nasional Indonesia yang bergerak di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika mengeluarkan sebuah klasifikasi dalam penentuan tahun menggunakan data curah hujan harian dalam kurun waktu 30 tahun. Klasifikasi curah hujan tersebut menghasilkan kelas berupa

tahun yang dikategorikan sebagai tahun basah, tahun normal, dan tahun kering.

Adapun agar dapat mengetahui ancaman variabilitas iklim dan pengaruhnya terhadap produksi padi di masa mendatang, maka menggunakan data historis *time series* curah hujan dan produksi padi dalam puluhan tahun. Teknik yang digunakan untuk memprediksi data curah hujan masa mendatang secara umum menggunakan teknik analisis trend metode kuadrat minimum dan secara detail menggunakan teknik *moving average* 3 tahunan. Dengan teknik esmitasi tersebut, peneliti bermaksud untuk mengetahui kejadian dampak perubahan iklim di masa mendatang melalui penelitian dengan judul **“ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP FLUKTUASI HASIL PRODUKSI PADI DI DAS BENGAWAN SOLO HULU BAGIAN TENGAH TAHUN 1986-2045”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Perubahan iklim mengakibatkan pengaruh berupa curah hujan yang tidak menentu di DAS Bengawan Solo hulu bagian tengah. Produksi padi yang memiliki ketergantungan terhadap curah hujan sebagai sumber pengairan utama mengalami produksi yang tidak menentu mengikuti besarnya curah hujan yang diterima. Curah hujan yang jatuh pada waktu tertentu memiliki karakteristik atau sifat, sedangkan curah hujan dan produksi padi memiliki kecenderungan terjadinya perubahan-perubahan pada rentang waktu tertentu. Oleh karena itu, peneliti merumuskan 2 permasalahan antara lain sebagai berikut.

1. Apa tipe fenomena sifat curah hujan tahunan yang mengakibatkan fluktuasi produksi padi tahun 1986-2014 ?
2. Bagaimanakah trend curah hujan tahunan terhadap produksi padi tahunan di DAS Bengawan Solo Hulu Bagian Tengah pada tahun 1986-2045 ?

### 1.3 Tujuan

1. Mengidentifikasi tipe fenomena sifat curah hujan tahunan yang mengakibatkan fluktuasi produksi padi tahun 1986-2014.
2. Analisis trend curah hujan tahunan terhadap produksi padi tahunan di DAS Bengawan Solo Hulu Bagian Tengah pada tahun 1986-2045.

### 1.4 Kegunaan Penelitian

1. Sebagai syarat dalam menempuh gelar Sarjana (S-1) di Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Dapat dijadikan pertimbangan bagi instansi terkait untuk mengambil langkah terbaik dalamantisipasi krisis pangan akibat perubahan iklim di DAS Bengawan Solo Hulu Bagian Tengah di masa mendatang.

### 1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

#### 1.5.1. Tanaman Padi

Tumbuhan padi (*Oryza Sativa L.*) termasuk golongan tumbuh Gramineae yang ditandai dengan batang yang tersusun dari beberapa ruas. Ruas-ruas tersebut merupakan bubung kosong yang memiliki panjang yang tidak sama yaitu ruas terpendek pada bagian pangkal batang semakin ke atas semakin lebih panjang daripada bagian bawahnya. Pada kedua ujung bubung kosong tertutup oleh buku. Tepat pada buku bagian atas ujung dari daun pelepah memperlihatkan percabangan yang terdapat cabang tependek sebagai *ligulae* (lidah) daun. Lokasi daun pelepah tersebut menjadi *ligulae* dan diantara daun kelopak terdapat dua *embei* disebelah kanan dan kiri yang disebut *auricle*. Fungsi dari *ligulae* dan *auricle* kadang-kadang hijau dan kadang-kadang ungu dan secara demikian *auricle* itu dapat dipergunakan sebagai determinatif identitas suatu varietas (Siregar, 1986).

Tumbuhan padi bersifat merumpun, artinya tanaman-tanamannya anak-beranak. Bibit yang hanya sebatang saja ditanamkan

dalam waktu yang sangat singkat telah dapat membentuk satu *dapur* yang terdapat 20-30 lebih tunas baru. Kecepatan anak-beranak yang begitu pesat bisa menimbulkan kesulitan untuk mengetahui manakah di antara sejumlah batang-batangnya dalam satu rumpun itu yang merupakan batang utamanya.

Diantara tanaman padi yang termasuk ke bangsa *Oryza Sativa* L. terdapat ribuan varietas yang satu sama lain mempunyai ciri khas tersendiri sehingga dapat dikatakan bahwa bila dilihat dari sudut bentuk tubuh (*morphologic*) tidaklah ada dua varietas padi yang mempunyai bentuk tubuh (*morphologic*) yang sama. Namun demikian diantara ribuan varietas dari tanaman padi itu ada beberapa sifat yang sama untuk beberapa varietas dan berdasarkan sifat-sifat persamaan ini varietas tanaman padi dapat digolongkan sebagai berikut :

- a. Golongan Indica, pada umumnya terdapat di negara-negara yang termasuk di daerah tropis.

Varietas-varietas Indica di Indonesia disebut “cere” atau “cempo”, banyak ditanam di seluruh Asia, kecuali Korea dan Jepang.

- b. Golongan Yaponica/Sub-Yaponica (Indo-Yaponica), pada umumnya terdapat di negara di luar daerah tropis.

Varietas-varietas ini banyak ditanam di Jepang, Korea, Eropa (Spanyol, Portugal, Perancis, Bulgaria, Hongaria, Yunani, Yugoslavia), Mesir, Australia, Amerika Utara, Amerika Selatan, dan sebagainya.

#### 1.5.2. Sistem Klasifikasi Iklim Pertanian Tipe Oldeman

Klasifikasi iklim Oldeman muncul pada tahun 1975 yang ditemukan oleh L.R Oldeman seorang pakar klimatologi dari Jerman. Sistem yang dibuat oleh Oldeman menghubungkan dengan pertanian menggunakan unsur curah hujan sehingga sering disebut zona agroklimat (Priyana, 2008).



Priyana (2008) menyatakan bahwa klasifikasi ini didasarkan atas perhitungan bulan basah dan bulan kering dengan batasan peluang hujan, hujan efektif dan kebutuhan air tanaman dengan konsep sebagai berikut :

- a. Padi sawah membutuhkan air rata-rata per bulan 145 mm dalam musim hujan.
- b. Palawija membutuhkan air rata-rata per bulan 50 mm dalam musim kemarau.
- c. Hujan bulanan yang diharapkan mempunyai peluang kejadian 75% sama dengan 0,82 kali hujan rata-rata bulanan dikurangi 30.
- d. Hujan efektif untuk sawah adalah 100%.
- e. Hujan efektif untuk palawija dengan tajuk tanaman tertutup rapat adalah 75%.

Dengan konsep perhitungan diatas maka dapat dihitung hujan bulanan yang diperlukan untuk padi sawah maupun palawija (X) dengan menggunakan data panjang yaitu :

$$\text{Padi sawah} \quad : \quad 145 = 1,00(0,82X - 30)$$

$$X = 213 \text{ mm/bulan}$$

$$\text{Palawija} \quad : \quad 50 = 0,75(0,82X - 30)$$

$$X = 118 \text{ mm/bulan}$$

Nilai 213 mm/bulan dan 118 mm/bulan selanjutnya dibulatkan menjadi 200 mm dan 100 mm agar digunakan sebagai batas penentuan bulan basah (BB) dan bulan kering (BK). Dengan demikian penentuan bulan basah, bulan lembab, dan bulan kering memiliki batas sebagai berikut (Oldeman, 1975).

Bulan Basah (BB) : Rata-rata curah hujan  $> 200$  mm

Bulan Lembab (BL) : Rata-rata curah hujan 100 mm - 200 mm

Bulan Kering (BK) : Rata-rata curah hujan  $< 100$  mm

### 1.5.3. Curah Hujan

Curah hujan ( $H$ , *rainfall*) adalah banyak air yang jatuh ke permukaan Bumi. Dalam hal ini permukaan Bumi dianggap datar dan kedap, tidak mengalami penguapan dan tersebar merata serta dinyatakan sebagai ketebalan air (*rain fall depth*, mm, cm) (Soewarno, 2000).

Curah hujan dapat diukur menggunakan alat ukur hujan yang pada umumnya disebut dengan sukat hujan (*rain gauge*), atau sering disebut juga Pluviometer (*pluviometer*) atau penakar hujan dari suatu pos hujan. Satuan untuk mengukur curah hujan adalah 1 (satu) mm. Nilai itu menunjukkan bahwa tebal air hujan menutupi di atas permukaan Bumi setebal 1 mm, dan zat cair tersebut tidak meresap ke dalam tanah (permukaan Bumi dianggap kedap air) dan tidak menguap kembali ke atmosfer (Soewarno, 2000).

Tipe hujan yang terjadi di suatu wilayah juga dipengaruhi oleh kondisi meteorologi setempat pada saat itu, keadaan topografi juga berperan penyebab terjadinya tipe hujan. Sehingga secara garis besar tipe hujan dikategorikan menjadi tiga tipe yaitu :

#### a. Hujan Konvektif

Hujan yang dihasilkan oleh konveksi termal dari udara yang lembab. Kondisi ini terjadi bilamana udara di bawah dipanasi, yang mengakibatkan udara akan mengembang dan dipaksa untuk naik ke atas udara dingin yang lebih berat. Sistem konveksi terdiri dari banyak sel arus udara naik dan udara turun setempat. Hujan dari sel-sel konvektif mempunyai beberapa sifat seperti hujan terjadi biasanya lebat dan pada daerah yang terbatas sering ditandai dari periodesitas harian dan musiman dengan hujan yang sering terjadi tengah hari dan sebelum senja (Hadisusanto, 2011). Awan Cumulonimbus (Cb) yang terjadi pada umumnya mencakup daerah yang nisbi kecil sehingga hujan deras berlangsung dalam waktu yang tidak lama. Hujan konvektif biasanya tidak efektif untuk

pertumbuhan tanaman karena air hujan sebagian besar akan hilang dalam bentuk arus permukaan.

b. Hujan Orografis

Hujan yang terjadi akibat rintangan topografi dan diperhebat oleh adanya dorongan udara melalui dataran tinggi atau gunung. Jumlah curah hujan tahunan di dataran tinggi umumnya lebih tinggi daripada di dataran rendah terutama pada lereng-lereng di mana angin datang. Jika gerakan udara melalui pegunungan atau bukit tinggi, maka udara akan dipaksa naik. Setelah terjadi kondensasi, tumbuh awan pada lereng di atas angin (*windward side*) dan hujan yang terjadi disebut hujan orografik, sedangkan pada lereng di bawah angin (*leeward side*) udara yang turun akan mengalami pemanasan dengan sifat kering, dan daerah ini disebut daerah bayangan hujan.

Bertambahnya curah hujan tidak hanya disebabkan oleh adanya dorongan angin ke atas yang membawa uap air, disamping itu disebabkan oleh hal-hal seperti adanya turbulensi yang kuat dari sifat mekanik konvektif, adanya gangguan cuaca, konvergensi karena keadaan orografik yaitu saat udara melewati diantara gunung maka terjadi pemampatan udara, dan dataran yang tinggi dapat memberikan dorongan awal pada keadaan udara tidak stabil.

c. Hujan Frontal

Hujan ini banyak terjadi di daerah pertengahan dan jarang terjadi di daerah tropis karena massa udara hampir mempunyai suhu yang seragam. Jika ada konvergensi pada arus udara horizontal dari massa udara yang tebal, maka akan terjadi gerakan udara ke atas. Kenaikan udara di daerah konvergensi dapat menyebabkan pertumbuhan awan dan hujan. Jika dua massa udara yang konvergen horisontal mempunyai suhu dan massa jenis berbeda, maka massa udara yang lebih panas akan dipaksa naik di atas massa udara yang

dingin. Bidang batas antara kedua massa udara yang berbeda sifat fisisnya disebut frontal.

Tjasyono (2004) menyatakan bahwa sirkulasi monsun mempengaruhi jumlah curah hujan musiman secara tegas yang menghasilkan periode hujan jika angin berhembus ke pantai pada waktu musim panas dan periode kering jika angin berhembus menuju ke lepas pantai pada waktu musim dingin. Ragam curah hujan akibat monsun sangat jelas di daerah ekuator seperti Indonesia. Terdapat 3 pola curah hujan di Indonesia yaitu :

a. Pola curah hujan jenis monsun

Karakteristik dari jenis curah hujan ini adalah distribusi curah hujan berbentuk huruf “V” dengan jumlah curah hujan minimum pada bulan Juni, Juli, Agustus dan curah hujan maksimum pada bulan Desember, Januari, Februari. Saat monsun barat curah hujan sangat banyak dan saat monsun timur curah hujan sangat sedikit.

b. Pola curah hujan jenis ekuator

Distribusi curah hujan mempunyai dua maksimum. Jumlah curah hujan maksimum terjadi setelah ekinoks yaitu kedudukan matahari tepat di atas ekuator yang terjadi pada tanggal 21 Maret dan 23 September. Pengaruh monsun di daerah ekuator kurang tegas dibandingkan pengaruh insolasi pada waktu ekinoks.

c. Pola curah hujan jenis lokal

Distribusi curah hujan bulanan berkebalikan dari pola monsun yaitu curah hujan maksimum pada bulan Juni, Juli, Agustus dan curah hujan minimum pada bulan Desember, Januari, Februari. Pola curah hujan jenis lokal lebih banyak dipengaruhi oleh sifat lokal.

#### 1.5.4. Analisis Frekuensi Dalam Hidrologi

Analisa frekuensi hujan merupakan analisa statistik penafsiran (*statistical inference*) hujan, biasanya dalam perhitungan hidrologi dipakai untuk menentukan terjadinya periode ulang hujan pada periode tahun tertentu. Pada perencanaan teknik sumber daya air, analisa frekuensi hujan ini sangat diperlukan dalam perhitungan kejadian banjir rencana apabila pada lokasi yang direncanakan tidak terdapat pencatatan debit maksimum jangka panjang dan terus menerus (Hadisusanto, 2011).

Tujuan dari analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrem terhadap kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Besarnya kejadian ekstrem mempunyai hubungan terbalik dengan probabilitas kejadian, misalnya frekuensi kejadian debit banjir besar adalah lebih kecil dibanding dengan frekuensi debit-debit sedang atau kecil (Triatmodjo, 2008).

Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan. Data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum, tahunan, yaitu data terbesar yang terjadi selama satu tahun, yang terukur selama beberapa tahun (Triatmodjo, 2008).

#### 1.5.5. Konsep Statistik Hidrologi

Triatmodjo (2008) dalam bukunya Hidrologi Terapan mengemukakan beberapa konsep statistik yang digunakan dalam analisis hidrologi antara lain :

- a. Variabel hidrologi menerangkan ukuran dari fenomena hidrologi seperti debit sungai, curah hujan dan sebagainya. Rangkaian nilai variat yang merupakan deret berkala menggambarkan sampel dari populasi yang diambil pada pengukuran debit puncak yang telah tercatat pada masa lalu dan estimasi pada masa yang akan datang.

- b. Distribusi (*distribution*) adalah data hidrologi yang disusun menurut besarnya nilai misalnya data debit banjir yang disusun dari debit terbesar dan berakhir dengan debit banjir terkecil, atau sebaliknya.
- c. Distribusi probabilitas (*probability distribution*) adalah jumlah kejadian dari sebuah variat diskrit dibagi dengan jumlah kejadian data. Jumlah total probabilitas dari seluruh variat adalah 1.
- d. Probabilitas kumulatif adalah jumlah peluang dari variat acak yang mempunyai sebuah nilai sama atau kurang (sama atau lebih) dari suatu nilai tertentu.
- e. Frekuensi (*frequency*) adalah jumlah kejadian dari sebuah variat dari variabel diskrit.
- f. Interval kelas (*class interval*) adalah ukuran pembagian kelas dari suatu variabel.
- g. Distribusi frekuensi (*frequency distribution*) adalah suatu distribusi atau tabel frekuensi yang mengelompokkan data yang belum terkelompok menjadi data kelompok.

Dalam analisis data hidrologi diperlukan ukuran-ukuran numerik yang berisi sembarang nilai sebagai ciri data tersebut yang disebut parameter. Parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari suatu variabel disebut parameter statistik seperti nilai rerata, deviasi, dan sebagainya. Pengukuran parameter statistik yang digunakan dalam analisis hidrologi meliputi pengukuran tendensi sentral (*central tendency*) dan dispersi (*dispersion*). Pengukuran dalam tendensi sentral (*central tendency*) meliputi nilai rerata (*average*), median, dan modus. Pengukuran dispersi (*dispersion*) meliputi range, varian, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien skewness, pengukuran momen, dan koefisien kurtosis.

Kebenaran perhitungan analisa frekuensi hujan maksimum tidak dapat dipastikan secara absolut sehingga memerlukan teori peluang. Teori peluang yang digunakan untuk analisa frekuensi hujan maksimum antara lain distribusi peluang untuk variabel acak diskrit

(*discrete random variables*) dan variabel acak kontinu (*continue random variables*) (Hadisusanto, 2011).

#### 1.5.6. Analisis Deret Berkala

Deret waktu (*time series*) adalah serangkaian nilai pengamatan (observasi) yang diambil selama kurun waktu tertentu, pada umumnya dalam interval sama panjang. Deret waktu menampakkan sejumlah tertentu pergerakan atau variasi yang khas, sebagian atau semua pergerakan ini dapat muncul secara bersamaan namun dalam derajat-derajat yang berbeda. Analisis pergerakan khas deret waktu sangat penting dalam berbagai hal, salah satunya adalah untuk tujuan-tujuan peramalan (*forecasting*) pergerakan variabel di masa mendatang.

#### 1.5.7. Analisis Trend Sekuler

Trend sekuler merupakan gerakan yang berjangka panjang, lamban dan berkecenderungan menuju satu arah, arah menaik atau menurun. Trend sekuler sedemikian itu umumnya meliputi gerakan yang lamanya sekitar 10 tahun atau lebih.

Dalam analisis trend digunakan asumsi bahwa pola pergerakan nilai suatu variabel relatif teratur dan mendekati garis lurus dengan kemiringan (*slope*) tertentu, analisis trend dilakukan dengan menggunakan data historis (beberapa tahun) untuk menentukan suatu persamaan garis lurus yang betul-betul dapat menggambarkan pergerakan nilai variabel tersebut dari waktu ke waktu (Algifari, 2010).

Analisis trend *moving average* adalah cara yang digunakan untuk mengratakan deret berkala yang bergelombang untuk mengisolasi fluktuasi-fluktuasi musim, residu, dan siklis. Dasar perhitungan *moving average* adalah mencari nilai rata-rata beberapa tahun secara berturut-turut menggunakan tahun dasar sebagai acuan. Semakin banyak jumlah yang digunakan maka bentuk kurva semain

rata dan semakin intensif dalam mengisolasi fluktuasi musim, residu, serta siklus (Dajan, 1986).

#### 1.5.8. Penelitian sebelumnya

Peneliti menggunakan 4 buah judul penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh beberapa peneliti lain dengan metode dan hasil yang berbeda pula namun masih dalam tema yang sama. Penelitian-penelitian tersebut dapat digunakan sebagai pembandingan antara penelitian lain dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti.

Penelitian pertama dilakukan oleh Peter Rene Hosang, J. Tatuh, Johannes E. X. Rogi tahun 2012. Ketiga peneliti tersebut meneliti tentang kebutuhan beras di Provinsi Sulawesi Utara tahun 2013 – 2030 dan skenario perubahan iklim untuk melihat perkembangan produksi beras di Provinsi Sulawesi Utara. Latar belakang yang diambil adalah ancaman ketahanan pangan dunia yang disebabkan oleh perubahan dan anomali iklim yang ditandai dengan pergeseran musim hujan dan kemarau sehingga mempengaruhi pola dan waktu tanam bagi tanaman semusim yang secara umum adalah tanaman pangan. Metode yang digunakan adalah model Shierary Rice yang dikembangkan oleh Handoko (1994) yang menggunakan unsur-unsur suhu, curah hujan, dan produksi padi. Hasil yang didapatkan dalam penelitian tersebut adalah prognosa ketersediaan beras mengalami defisit mulai tahun 2020 sebesar 37,397 ton, tahun 2025 sebesar 84,681, dan tahun 2030 sebesar 141,677 ton dan skenario dengan menaikkan curah hujan rata-rata 5% menunjukkan peningkatan sebesar 115% dibandingkan tahun 1992 yang terlihat bahwa beberapa daerah di Provinsi Sulawesi Utara memiliki curah hujan di atas 300 mm.

Penelitian kedua dilakukan oleh Sinta Berliana Sipayung tahun 2005. Penelitian ini membahas tentang ketersediaan informasi dampak variabilitas iklim terhadap produksi pangan di Sumatera. Metode yang digunakan pengolahan data *time series* meliputi data curah hujan, suhu, radiasi matahari dan data produksi padi dan palawija yang diambil



tahun 1991 hingga 2000 untuk mengetahui korelasi antara produksi pangan dengan iklim, dan perhitungan neraca air menggunakan metode Thornhwaite. Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan 3 hasil. Pertama, Sumatera memiliki surplus curah hujan selama 8-12 bulan (500-2000mm) dan defisit selama 0-4 bulan (0-50mm), kecuali Lampung karena terpengaruh La-Nina dan El-Nino. Kedua, produktivitas padi di Branti dan Kotabumi mengalami kenaikan apabila curah hujan naik. Ketiga, produktivitas padi di Agam, Solok, Sibolga, dan Polonia mengalami penurunan apabila curah hujan naik.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Firzah Rizqiah, Ruslan Wirosodarmo, Bambang Rahadi Widiatmono tahun 2013. Peneliti berusaha mengetahui pengaruh perubahan suhu dan curah hujan efektif terhadap produksi kedelai di Kabupaten Malang dan mengetahui perubahan suhu terhadap kebutuhan air pada kedelai. Data yang digunakan antara lain data iklim rata-rata bulanan tahun 1997-2011, data produksi kedelai tahun 1997-2011, dan data pustaka penelitian. Metode yang digunakan adalah perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penmann-Monteith, analisa menggunakan software Cropwat, dan perhitungan koefisien variansi tiap unsur iklim meliputi suhu, lama dan intensitas penyinaran, kelembaban udara, angin, dan curah hujan. Hasil pertama penelitian adalah koefisien variansi tiap unsur iklim nilainya seragam artinya tidak terjadi perubahan iklim dan curah hujan berpengaruh terhadap besarnya nilai produksi kedelai. Hasil kedua penelitian adalah kebutuhan air tanaman kedelai pada masa tanam (Juli, Agustus, September) tahun 1997-2001 defisit rata-rata sebesar 2,14 mm/hari, tahun 2002-2006 defisit sebesar 3,13 mm/hari, tahun 2007-2011 defisit sebesar 2,28 mm/hari.

Penelitian keempat dilakukan oleh S. Laimenheriwa tahun 2014. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola curah hujan pada wilayah dengan pola monsoon, equatorial, lokal. Data yang digunakan adalah data curah hujan rata-rata tahunan periode I (1954-1983) dan periode

II (1984-2013). Metode yang digunakan adalah analisis trend curah hujan dengan membandingkan nilai curah hujan rerata tahunan, curah hujan selama musim hujan dan musim kemarau antara kedua periode tersebut. Hasil penelitian ini adalah wilayah dengan pola hujan lokal (Amahai, Pulau Seram bagian timur, Pulau Buru bagian selatan) memiliki curah hujan tinggi daripada pola hujan Monsoon (Namela, Kep. Aru, Pulau Seram bagian utara, Pulau Buru bagian utara) dan Equatorial (Saumlaki, Kab. MTB dan Kab. MBD). Pola hujan equatorial memiliki curah hujan yang rendah (<2000 mm/tahun). Hal tersebut dipengaruhi oleh posisi geografis, topografi, serta sirkulasi angin moonsun.

Empat penelitian sebelumnya telah memiliki perbedaan metode maupun hasil masing-masing penelitian. Dari penelitian-penelitian tersebut, letak perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah metode dan hasil penelitian. Metode penelitian yang digunakan peneliti dalam melaksanakan penelitiannya adalah analisis data sekunder menggunakan klasifikasi BMKG dan klasifikasi Oldeman untuk analisa curah hujan yang telah terjadi tahun 1986-2014 dan analisis trend metode kuadrat minimum dan *moving average* untuk memprediksi nilai curah hujan dan produksi padi tahun 2015-2045.

Tabel 1.2. Penelitian Sebelumnya

No	Nama Peneliti	Tujuan	Metode	Hasil
1	Peter Rene Hosang, J. Tatu, J. Johannes E. X. Rogi (2012).	Menghitung kebutuhan beras Provinsi Sulawesi Utara tahun 2013-2030  Skenario perubahan iklim untuk melihat perkembangan produksi beras di Provinsi Sulawesi Utara.	Model Shierary Rice.	Prognosa ketersediaan beras pada tahun 2013 mengalami defisit sebesar 141,677 ton.  Skenario dengan menaikkan curah hujan rata-rata 5% menunjukkan peningkatan sebesar 115% dibandingkan 20 tahun yang lalu (tahun 1992).

Lanjutan Tabel 1.2

No	Nama Peneliti	Tujuan	Metode	Hasil
2	Sinta Berliana Sipayung (2005).	Tersedianya informasi dampak variabilitas iklim terhadap produksi pangan di Sumatera.	Pengolahan <i>time series</i> . Analisis korelasi antara produksi pangan dengan iklim. Perhitungan neraca air menggunakan metode Thornthwaite.	Sumatera memiliki surplus curah hujan selama 8-12 bulan (500-2000mm) dan defisit selama 0-4 bulan (0-50mm), kecuali Lampung karena terpengaruh La-Nina dan El-Nino. Produktivitas padi di Branti dan Kotabumi mengalami kenaikan apabila curah hujan naik. Produktivitas padi di Agam, Solok, Sibolga, dan Polonia mengalami penurunan apabila curah hujan naik.

Lanjutan Tabel 1.2

No	Nama Peneliti	Tujuan	Metode	Hasil
3	Firzah Rizqiah, Ruslan Wirosoedarmo, Bambang Rahadi Widiatmono (2013).	Mengetahui pengaruh perubahan suhu dan curah hujan efektif terhadap produksi kedelai di Kabupaten Malang.  Mengetahui perubahan suhu terhadap kebutuhan air pada kedelai.	Metode Penmann- Montheith.	Berdasarkan koefisien varians tiap unsur iklim nilainya seragam.  Kebutuhan air tanaman kedelai pada masa tanam (Juli, Agustus, September) tahun 1997-2001 defisit rata- rata sebesar 2,14 mm/hari, tahun 2002-2006 defisit sebesar 3,13 mm/hari, tahun 2007-2011 defisit sebesar 2,28 mm/hari.

Lanjutan Tabel 1.2

No	Nama Peneliti	Tujuan	Metode	Hasil
4	S. Laimenheriwa (2014).	Mengetahui pola curah hujan pada wilayah dengan pola Moonson, Equatorial, Lokal	Perbandingan analisis trend curah hujan rata-rata tahunan periode 1954-1983 dan 1984-2013 menggunakan rumus $Pb = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{n}$	Wilayah dengan pola hujan lokal (Amahai, Pulau Seram bagian timur, Pulau Buru bagian selatan) memiliki curah hujan tinggi daripada pola hujan Monsoon (Namela, Kep. Aru, Pulau Seram bagian utara, Pulau Buru bagian utara) dan Equatorial (Saumlaki, Kab. MTB dan Kab. MBD). Pola hujan equatorial memiliki curah hujan yang rendah (<2000 mm/tahun). Hal tersebut dipengaruhi oleh posisi geografis, topografi, serta sirkulasi angin Monsoon.

Sumber: Peneliti, 2016

## 1.6 Kerangka Pemikiran

Perubahan iklim merupakan suatu gejala anomali iklim di berbagai penjuru dunia yang dibuktikan dengan gejala-gejala seperti pencairan es di kutub, pencairan gletser di puncak gunung yang bersalju, peningkatan temperatur atmosfer permukaan Bumi, dan kenaikan permukaan air laut yang berimbas pada tenggelamnya pulau-pulau kecil dan kemunduran garis pantai pada suatu daratan. Perubahan iklim dipicu oleh adanya aktivitas pemanasan global yang diperankan aktif oleh gas efek rumah kaca seperti karbondioksida, metana, CFC, uap air, dan lain sebagainya yang bersifat menyerap panas radiasi matahari dan menahan pantulan radiasi matahari yang dipantulkan oleh permukaan Bumi. Kadar gas efek rumah kaca juga diperankan aktif oleh faktor manusia seperti telah dilakukannya modernisasi di berbagai bidang seperti penggunaan bahan bakar fosil, pembakaran hutan, penggundulan hutan, pemborosan energi listrik, dan polusi udara dari industri dan kendaraan.

Perubahan iklim tersebut salah satunya berdampak pada iklim di Indonesia. Efek perubahan iklim di wilayah Indonesia ditandai dengan adanya curah hujan ekstrem dalam waktu yang singkat dan musim kemarau yang berkepanjangan. Letak geografis Indonesia di sepanjang garis khatulistiwa menjadikan Indonesia memiliki karakter iklim tipe monsun. Iklim tipe monsun memiliki pola curah hujan yang digambarkan bahwa curah hujan maksimum pada bulan Desember, Januari, Februari, dan curah hujan minimum pada bulan Juni, Juli, Agustus.

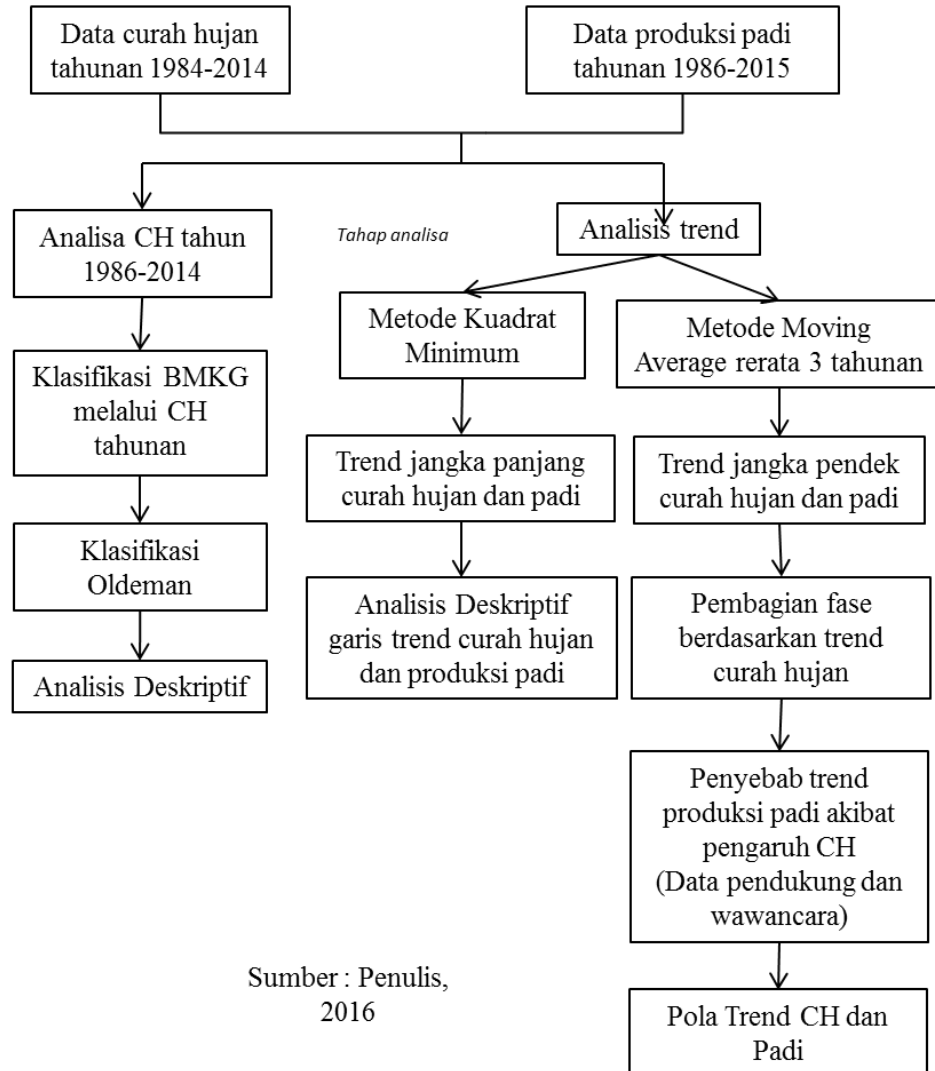
Pola curah hujan monsun secara umum diterapkan di seluruh wilayah di Indonesia. Daerah aliran sungai sebagai komponen hidrologi permukaan dipengaruhi iklim atau curah hujan yang turun di wilayah tersebut sehingga menjadi iklim atau curah hujan mempengaruhi kuantitas sumber daya air di wilayah tersebut. DAS Bengawan Solo hulu Bagian Tengah merupakan daerah yang difungsikan sebagai daerah konservasi untuk menunjang produktivitas pertanian yang ditandai dengan banyaknya sawah baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi.

DAS Bengawan Solo hulu bagian tengah secara geografis terletak di sekitar garis khatulistiwa. Letak geografis ini menyebabkan daerah ini memiliki curah hujan bertipe konvektif. Penguapan Samudera Hindia dan Samudera Pasifik menyumbangkan awan hujan dalam jumlah yang besar. Letak geologis wilayah ini yang berada diantara 3 gunung mengakibatkan adanya curah hujan bertipe orografis. Curah hujan orografis ini timbul akibat massa udara yang dipaksa naik menuju pegunungan oleh angin yang berasal dari lereng gunung dan dataran rendah.

Curah hujan yang jatuh di suatu wilayah memiliki intensitas yang berbeda-beda salah satunya disebabkan oleh perubahan iklim. Dampak yang terjadi adanya tahun-tahun yang mengalami kekeringan ekstrem dan banjir serta bencana meteorologis yang lainnya. Produksi padi memiliki ketergantungan terhadap curah hujan karena curah hujan merupakan sumber kebutuhan air tanaman padi. Intensitas curah hujan yang tidak menentu mengakibatkan produksi padi mengalami fluktuasi karena ketergantungan tersebut. Curah hujan yang jatuh pada waktu tertentu membentuk suatu karakter atau sifat hujan. Oleh karena itu, kriteria BMKG dan Oldeman dapat digunakan untuk mengetahui sifat tahun hujan dengan jumlah bulan basah dan bulan kering pada tahun tertentu. Sedangkan analisis trend digunakan untuk mengetahui kecenderungan curah hujan dan produksi padi.



Diagram alir penelitian



Sumber : Penulis,  
2016

## 1.7 Hipotesis

Peneliti memiliki jawaban sementara untuk hasil penelitian yaitu:

1. Pada tahun 1986-2014 memiliki sifat hujan tahunan sesuai dengan kriteria BMKG dengan jumlah bulan basah dan bulan kering yang bervariasi.
2. Selama tahun 1986-2015 curah hujan dan produksi padi tahunan memiliki trend baik trend jangka panjang maupun jangka pendek.

## 1.8 Metode Penelitian

### 1.8.1 Metode Penelitian yang Digunakan

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian analisis data sekunder. Hakim (1982) dalam Johnston (2014), mendefinisikan analisis data sekunder adalah analisis lebih lanjut himpunan data yang sudah ada yang memunculkan tafsiran, simpulan atau pengetahuan sebagai tambahan terhadap, atau yang berbeda dari, apa yang telah disajikan dalam keseluruhan dan temuan utama penelitian terdahulu atau semula.

Analisis data sekunder dapat diartikan secara harfiah sebagai "analisis tangan kedua". Ini adalah analisis data atau informasi yang baik dikumpulkan oleh orang lain (misalnya, peneliti, lembaga, LSM, dll) atau untuk tujuan lain daripada yang saat ini sedang dipertimbangkan, atau sering kombinasi dari dua (Cnossen, 1997). Review dan analisis data sekunder melibatkan mengumpulkan dan menganalisa informasi yang lebih luas. (McCaston, 2005).

Penelitian ini bersifat *ex post facto* karena peneliti mengkaji fenomena yang telah terjadi. Kerlinger, 1973 dalam Nazir, 2005 mengungkapkan bahwa penelitian *ex post facto* adalah penyelidikan secara empiris yang sistematis, dimana peneliti tidak mempunyai kontrol langsung terhadap variabel-variabel bebas (*independent variables*) karena manifestasi fenomena telah terjadi atau karena fenomena sukar dimanipulasikan.

Metode pengumpulan data menggunakan pengumpulan data sekunder. Analisis data penelitian menggunakan metode deskriptif analitik. Deskriptif analitik merupakan cara peneliti mendeskripsikan secara mendalam berdasarkan hasil pengolahan data dan didukung oleh data-data yang mendukung terjadinya suatu fenomena.

### 1.8.2 Alat dan bahan

Peneliti telah menyusun berbagai peralatan dan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian. Alat dan bahan tersebut dijabarkan sebagai berikut.

## 1. Alat

Alat merupakan seperangkat media yang digunakan untuk mengolah data. Peralatan yang dibutuhkan untuk pelaksanaan penelitian antara lain sebagai berikut.

- a. Seperangkat komputer (*Personal Computer/PC*).
- b. Perangkat lunak Microsoft Excel 2010.

## 2. Bahan

Bahan berisikan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian dan analisis. Data terbagi menjadi 2 bagian yaitu data utama dan data pendukung. Secara rinci kedua data tersebut dijabarkan sebagai berikut.

### a. Data utama

- Data curah hujan tahunan stasiun Pabelan, Nepen, Tawangmangu, dan Klaten tahun 1985-2014. Data tersebut masih berupa data titik stasiun sehingga peneliti mengkonversikan menggunakan poligon thiessen agar data tersebut menjadi data curah hujan kawasan. Sumber data berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo.
- Data produksi padi tahunan tingkat kabupaten di Eks-Karesidenan Surakarta tahun 1986-2014.

### b. Data pendukung

- Data spasial batas Sub DAS Bengawan Solo hulu yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo.
- Batas spasial batas DAS Pulau Jawa yang diperoleh dari Departemen Kehutanan. Data tersebut dipublikasikan tahun 2009.
- Data curah hujan stasiun Baki, Cokrotulung, Gantiwarno, Jumapolo, Kemuning, Waduk Cengklik, dan Weru untuk penentuan iklim.
- Data spasial administrasi kabupaten di Jawa Tengah yang diperoleh dari data RBI digital Bakosurtanal tahun 2004.
- Data spasial jenis tanah tahun 2010, diperoleh dari BPN Provinsi Jawa Tengah.

- Data spasial digital geologi Jawa dan peta geologi lembar Surakarta-Giritontro (1992), Yogyakarta (1977), Salatiga (1992), dan Ponorogo (1991) untuk menentukan jenis batuan di wilayah penelitian.
- Data spasial topografi tahun 2010, diperoleh dari BPN Provinsi Jawa Tengah.
- Data spasial kemiringan lereng tahun 2010, diperoleh dari BPN Provinsi Jawa Tengah.
- Data riwayat kejadian ENSO tahun 1986-2014 di Samudera Pasifik, diperoleh dari National Oceanic And Atmospheric Administration (NOAA).
- Data riwayat kejadian IOD tahun 1986-2014 di Samudera Hindia, diperoleh dari Bureau of Meteorology, Australia.
- Data riwayat kejadian bencana banjir, puting beliung, hama tungro, dan kekeringan di wilayah Eks-Karesidenan Surakarta tahun 1986-2014. Data tersebut diperoleh dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).
- Data luas serangan hama wereng coklat tahun 2005-2014, diperoleh dari Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman UPT Surakarta.
- Data spasial persebaran bendung di Eks-Karesidenan Surakarta. Data ini diperoleh dari Balai Pengelolaan Sumber Daya Air Bengawan Solo.
- Data infrastruktur bendung dan waduk di wilayah Eks-Karesidenan Surakarta, diperoleh dari Balai Pengelolaan Sumber Daya Air Bengawan Solo.
- Interview dengan Dinas Pertanian Kabupaten Klaten, Sukoharjo, Karanganyar, dan Kota Surakarta.
- Interview dengan petugas teknis Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman UPT Surakarta.

- Data deskripsi varietas padi unggul 2016 diterbitkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

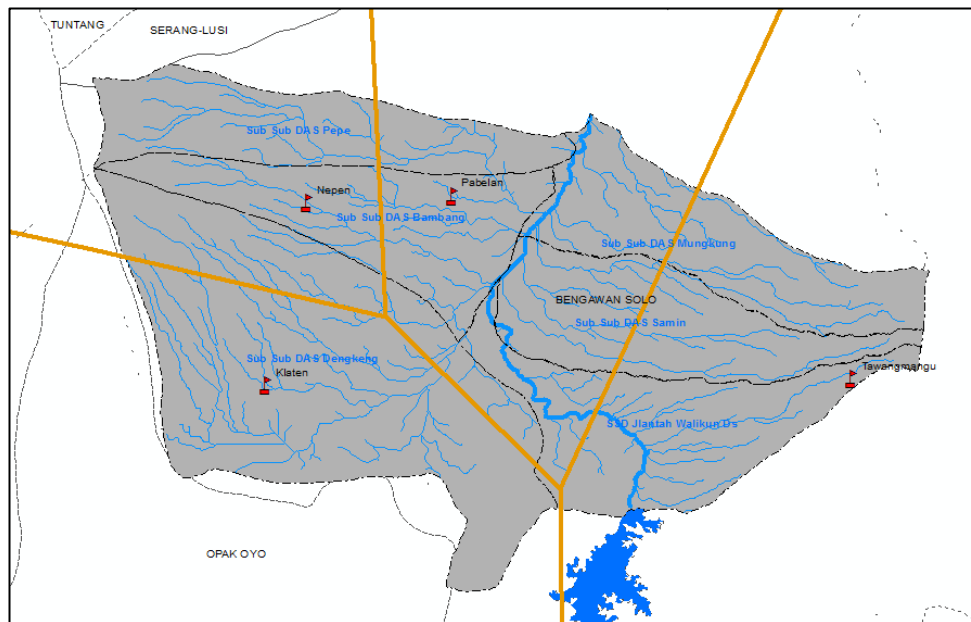
### 1.8.3 Tahapan penelitian

Alur pelaksanaan penelitian terbagi menjadi 3 tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan data, dan tahap analisa data. Ketiga tahapan penelitian tersebut dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

#### 1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan berupa pengumpulan data dan berbagai alat yang dibutuhkan dalam penelitian yang diperoleh dari instansi pemerintah. Data yang akan digunakan adalah data sekunder berupa data curah hujan harian tahun 1986-2015 yang tercatat dalam 4 stasiun pos hujan dan data produksi padi tahunan administrasi DAS Bengawan Solo Hulu Bagian Tengah tahun 1986-2014. Stasiun pos hujan yang digunakan adalah Tawangmangu, Nepen, Pabelan, dan Klaten. Data curah hujan yang digunakan masih bersifat titik per stasiun. Oleh karena itu peneliti merubahnya menjadi hujan kawasan yang diwakili oleh setiap pos hujan dengan menggunakan poligon Thiessen.

Dalam penelitian ini menggunakan analisis data sekunder maka data produksi padi tidak dipengaruhi kondisi fisik sawah yang tersebar di seluruh DAS Bengawan Solo Hulu seperti jenis tanah, berapa kali penanamannya dalam satu tahun, luasan lahan sawah dari tahun ke tahun dan sebagainya sedangkan alat yang digunakan dalam proses pengolahan data adalah seperangkat komputer dan software Microsoft Excel. Persebaran empat pos hujan yang mewakili hujan kawasan sebagai data penelitian disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Persebaran Stasiun Pengukur Curah Hujan dan Pembagian Hujan Kawasan Di Daerah Penelitian (Sumber : BBWS Bengawan Solo)

Sampel data wilayah penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah wilayah administrasi kabupaten dominan yang menjadi bagian dari ekosistem hidrologi DAS Bengawan Solo Hulu Bagian Tengah. Dengan demikian, wilayah administrasi secara langsung mendapatkan pasokan air hujan yang jatuh dalam wilayah ekosistem DAS tersebut. Untuk mengambil wilayah administrasi kabupaten dominan dapat menggunakan data luas wilayah administrasi dalam ekosistem DAS seperti yang disajikan pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Luas Wilayah Administrasi dalam DAS Bengawan Solo Hulu Bagian Tengah

No	Kab/Kota	Provinsi	Luas dalam DAS (km <sup>2</sup> )	Luas wilayah (km <sup>2</sup> )	Persentase wilayah dalam DAS (%)
1	Sragen	Jawa Tengah	0,14	994,52	0,01
2	Boyolali	Jawa Tengah	420,23	1096,27	38,33
3	Klaten	Jawa Tengah	651,97	699,73	93,17
4	Surakarta	Jawa Tengah	47,11	47,12	100
5	Sukoharjo	Jawa Tengah	488,93	491,61	99,45
6	Wonogiri	Jawa Tengah	252,65	1918,32	13,17
7	Semarang	Jawa Tengah	17,81	1007,75	1,77
8	Karanganyar	Jawa Tengah	561,70	804,41	69,83
9	Sleman	DIY	5,00	574,86	0,87
10	Gunung kidul	DIY	38,44	1476,13	2,60

Sumber: Peneliti, 2016

Sampel wilayah penelitian diambil dengan kriteria bahwa wilayah administrasi kabupaten 50% lebih menempati di dalam ekosistem DAS. Peneliti berasumsi bahwa nilai 50% merupakan nilai tengah dari keseluruhan persentase wilayah administrasi mendominasi wilayah DAS sehingga apabila nilai luas wilayah administrasi lebih besar dari 50% maka wilayah administrasi tertentu merupakan wilayah dominan. Berdasarkan

Tabel 1.3 maka wilayah administrasi kabupaten yang menjadi sampel penelitian adalah Kabupaten Klaten, Kota Surakarta, Kabupaten Sukoharjo, dan Kabupaten Karanganyar.

## 2. Tahap pengolahan data

Pengolahan data curah hujan harian menggunakan sistem Oldeman dan BMKG, sedangkan data produksi padi pada tahun tersebut menggunakan grafik histogram.

Sebelum melakukan proses perhitungan maka dilakukan proses pelengkapan data apabila terdapat data curah hujan yang hilang dengan metode perbandingan normal (*normal ratio method*). Secara empiris rumus perbandingan normal dituliskan sebagai berikut.

$$PA = \frac{1}{N} \left( \frac{NA}{N1} \times P1 + \frac{NA}{N2} \times P2 + \frac{NA}{N3} \times P3 + \dots \frac{NA}{Nn} \times Pn \right) \quad \dots (1.1)$$

Keterangan :

$PA$  = Hujan yang diperkirakan pada stasiun A.

$NA$  = Jumlah hujan tahunan normal pada stasiun A.

$P1, P2, Pn$  = Hujan pada saat yang sama dengan hujan yang diperkirakan pada stasiun 1,2,3,..n.

$N1, N2, Nn$  = Jumlah hujan tahunan normal stasiun yang berdekatan.

Sistem klasifikasi Oldeman yang digunakan akan menghasilkan klasifikasi bulan basah, bulan lembab, dan bulan kering dengan kriteria sebagai berikut (Oldeman, 1975).

Bulan Basah (BB) : Rata-rata curah hujan >200 mm

Bulan Lembab (BL) : Rata-rata curah hujan 100 mm - 200 mm

Bulan Kering (BK) : Rata-rata curah hujan < 100 mm

Kelas klasifikasi yang telah ditentukan oleh BMKG bersifat tahunan artinya data curah hujan harian dikonversikan ke dalam kelas tahunan dengan cara menjumlahkan seluruh curah hujan harian yang jatuh pada tahun tertentu. Klasifikasi BMKG merupakan hasil perbandingan antara



curah hujan tahun X dengan rerata curah hujan normal dengan rumus sebagai berikut.

$$Sifat\ Tahun = \frac{\sum jumlah\ curah\ hujan\ tahun\ X}{Rerata\ curah\ hujan\ normal} \times 100\% \quad \dots (1.2)$$

Rerata curah hujan normal diperoleh dari rata-rata curah hujan tahunan selama 30 tahun.

Hasil perhitungan dengan rumus diatas maka dihasilkan klasifikasi sifat tahun hujan dengan kriteria yang telah ditetapkan sebagai berikut (BMKG, 2003).

Tahun Basah (TB) : Perbandingan >115%

Tahun Normal (TL) : Perbandingan 85%-115%

Tahun Kering (TK) : Perbandingan <85%

Tahun basah dengan nilai perbandingan >115% artinya bahwa jumlah curah hujan tahunan tahun tertentu lebih besar melebihi 15% dari rata-rata curah hujan tahunan 30 tahun. Tahun normal dengan nilai perbandingan 85%-115% artinya nilai curah hujan tahunan tahun tertentu 15% mendekati dan 15% lebih besar dari nilai rata-rata curah hujan 30 tahun. Tahun kering dengan besar perbandingan <85% artinya jumlah curah hujan tahunan 15% kurang dari nilai rata-rata curah hujan tahunan 30 tahun.

Analisis trend untuk memprediksi kecenderungan curah hujan dan produksi padi tahun 1986-2045 adalah metode kuadrat minimum dengan rumus sebagai berikut .

$$Y = a + bX \quad \dots\dots\dots (1.3)$$

Keterangan :

$Y$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi pada tahun tertentu

$a$  = Nilai koefisien arah, diperoleh dari  $\frac{\sum Y}{n}$  ..... (1.4)

$b$  = Koefisien arah kecenderungan, diperoleh dari  $\frac{\sum XY}{\sum X^2} \dots\dots\dots (1.5)$

$X$  = Variable waktu tahun ke-n dari tahun awal

Sedangkan rumus metode *moving average* rerata 3 tahunan untuk menghasilkan trend secara detail antara curah hujan dan produksi padi adalah sebagai berikut (Supranto,1993).

$$\frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n}{3}, \frac{Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{n+1}}{3}, \frac{Y_3 + Y_4 + \dots + Y_{n+2}}{3} dst \dots (1.6)$$

Y adalah nilai data yang diketahui.

### 3. Tahap Analisa Data

Pendekatan geografi yang digunakan dalam melakukan analisa data adalah pendekatan ekologi yaitu adanya kejadian sebab akibat yang terjadi oleh interaksi antar obyek material geografi. Interaksi yang timbul adalah curah hujan di ruang atmosfer yang jatuh di permukaan Bumi dan besarnya produksi padi yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Air merupakan salah satu syarat utama tanaman padi untuk dapat tumbuh di suatu lahan. Curah hujan sebagai salah satu sumber air bagi tanaman memiliki intensitas yang tidak tetap. Daerah aliran sungai memiliki peran sebagai daerah tangkapan air hujan dan mengalirkan air sesuai dengan arah aliran. Oleh karena itu, jumlah curah hujan berpengaruh terhadap produksi padi yang dihasilkan pada aktivitas pertanian di dalam daerah aliran sungai.

Data curah hujan untuk analisis tabel telah diklasifikasikan menggunakan sistem Oldeman dan BMKG. Sistem Oldeman digunakan untuk menganalisa hasil klasifikasi BMKG dengan cara mengetahui jumlah bulan basah, bulan lembab, dan bulan kering. Sifat tahun yang dihasilkan klasifikasi BMKG dan Oldeman didukung dengan adanya riwayat kejadian El-Nino La-Nina dan riwayat kejadian IOD.

Analisis trend curah hujan dan produksi padi dilakukan dengan cara mendeskripsikan data curah hujan dan produksi padi tahunan pada tahun 1986-2014 melalui grafik trend dan analisis tabel. Analisis trend terbagi menjadi 2 yaitu trend jangka panjang dan trend jangka pendek.

Trend jangka panjang dihasilkan menggunakan metode kuadrat minimum antara curah hujan tahunan dan produksi padi. Arah garis grafik antara

curah hujan dan padi dideskripsikan berdasarkan gambaran umum dari berbagai peristiwa yang terjadi pada trend jangka pendek.

Analisis trend jangka pendek menggambarkan garis naik turunnya curah hujan dan produksi padi. Grafik tersebut dibagi menjadi setiap fase naik dan fase turun berdasarkan pergerakan data trend curah hujan yang terjadi selama tahun 1986-2014 menggunakan metode *moving average* rerata 3 tahunan untuk masing-masing variabel. Analisis setiap fase dibagi berdasarkan pergerakan trend curah hujan. Untuk menjawab berbagai kejadian yang berdampak bagi produksi padi yang dipengaruhi oleh curah hujan pada masing-masing fase, maka digunakan data-data pendukung dan wawancara kepada *keynote speaker* yang berhubungan padi dan curah hujan.

## **1.9 Batasan Penelitian**

*Analisis frekuensi curah hujan* adalah sifat statistik data kejadian historis untuk memperoleh probabilitas kejadian hujan di masa mendatang dengan asumsi bahwa kejadian hujan masa depan sama dengan kejadian hujan masa lalu

*DAS bagian hulu* adalah suatu wilayah daratan bagian dari DAS yang dicirikan dengan topografi bergelombang, berbukit dan atau bergunung, kerapatan drainase relatif tinggi, merupakan sumber air yang masuk ke sungai utama dan sumber erosi yang sebagian terangkut menjadi sedimen daerah hilir.

*Klasifikasi curah hujan bulanan Oldeman* adalah sistem klasifikasi curah hujan bulanan yang menghasilkan bulan basah, bulan lembab, dan bulan kering untuk tanaman pertanian.

*Klasifikasi curah hujan tahunan BMKG* adalah sistem klasifikasi curah hujan yang dikeluarkan oleh BMKG dengan menggunakan data curah hujan tahunan sehingga dihasilkan tahun basah, tahun normal, dan tahun kering.

*Produksi padi* adalah jumlah padi yang dapat dipanen dalam satuan ton.

*Produktivitas padi* adalah jumlah padi yang dapat dipanen dalam satuan ton per hektar.

*Metode kuadrat terkecil (Least Square Method)* adalah metode perkiraan atau taksiran mengenai nilai  $a$  dan  $b$  dari persamaan  $Y = a + bX$  yang didasarkan atas data hasil observasi, sedemikian rupa sehingga jumlah kesalahan kuadrat terkecil (minimum) (Supranto, 1993).

*Metode moving average* adalah metode ramalan data deret berkala dengan cara merata-ratakan nilai dari beberapa tahun secara berturut-turut atas dasar jumlah tahun tertentu.

*Trend* adalah suatu gerakan kecenderungan naik atau turun dalam jangka panjang yang diperoleh dari rata-rata perubahan dari waktu ke waktu dan nilainya cukup rata (*smooth*) (Suharyadi dan Purwanto, 2008).